

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та природокористування  
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки

Кафедра прикладної математики

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О. А. Лагоднюк

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 р.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**04-01-18**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Program of the Discipline**

**«ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА  
РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ»**

**«DESIGNING FUNDAMENTALS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND  
PATTERN RECOGNITION SYSTEMS»**



Спеціальність 113 «Прикладна математика»

Specialty – 113 «Applied Mathematics»

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Specialty – 122 «Computer Science»

Рівне – 2019 рік

Робоча програма «Основи проектування систем штучного інтелекту та розпізнавання образів» для студентів, які навчаються за спеціальностями 113 «Прикладна математика» та 122 «Комп'ютерні науки». – Рівне: НУВГП, 2019. – 14с.

## Розробник:

Жуковський Віктор Володимирович, старший викладач кафедри прикладної математики.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики

Протокол від “13” лютого 2019 року №10

Завідувач кафедри прикладної математики \_\_\_\_\_ (П. М. Мартинюк)  
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 113 «Прикладна математика»

Протокол від “ ” 2019 року №

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (П. М. Мартинюк)  
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Протокол від “ ” 2019 року №

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (П. М. Мартинюк)  
(підпис)

© Жуковський В. В., 2019 рік  
© НУВГП, 2019 рік

## **Вступ**

«Основи проектування систем штучного інтелекту та розпізнавання образів» відноситься до циклу дисциплін професійної підготовки магістрів спеціальностей 113 «Прикладна математика» та 122 «Комп'ютерні науки». Програма дисципліни складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів за спеціальностями 113 «Прикладна математика» та 122 «Комп'ютерні науки». Дисципліни, що передують вивченню зазначеної дисципліни «Програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Операційні системи», «Теорія алгоритмів», «Математичний аналіз», «Комп'ютерні мережі».

## **Анотація**

Головна мета курсу – надання майбутньому спеціалісту чіткого розуміння про методи та програмні засоби для вирішення інтелектуальних задач та для прикладних рішень у сфері штучного інтелекту та розпізнавання образів. При вивченні курсу студенти вивчають ряд найбільш цікавих алгоритмів штучного інтелекту – нейронні мережі, генетичні алгоритми, експертні системи, нечітку логіку, алгоритми мурахи, розумні агенти, розпізнавання обличчя, тощо. Кожний алгоритм засвоюється практичними прикладами реалізацій під час виконання лабораторних робіт. Деякі з цих алгоритмів широко застосовуються на практиці, а інші більш відносяться до теоретичних досліджень. Також особлива роль відводиться задачам розпізнавання образів, що вирішуються за допомогою популярної бібліотеки OpenCV. Припускається, що завдяки даному курсу, технології штучного інтелекту займуть своє місце при створенні більш розумного програмного забезпечення.

Ключові слова: програмування, штучний інтелект, розпізнавання образів, opencv, artificial intelligence, C#, нейронні мережі, штучне життя, алгоритм мурахи.

## **Abstract**

The main goal of the course is to provide the future specialist with a clear understanding of the methods and software tools for solving intellectual problems and for applied solutions in the field of artificial intelligence and pattern recognition. During the course students will study a number of the most interesting algorithms of artificial intelligence – neural networks, genetic algorithms, expert systems, fuzzy logic, anthropogenic algorithms, intelligent agents, facial recognition, etc. Each algorithm is assimilated by practical examples of implementations during laboratory work. Some of these algorithms are widely used in practice, while others relate more to theoretical studies. Also, a special role is assigned to image recognition tasks that are solved with the help of the popular OpenCV library. It is assumed that due to this course, artificial intelligence technologies will take their place in creating more intelligent software.

Keywords: programming, artificial intelligence, pattern recognition, opencv, artificial intelligence, C#, neural network, artificial life, ant's algorithm, OCR.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4,5	Галузі знань 11 «Математика та статистика» 12 «Інформаційні технології»	нормативна
Модулів – 1	Спеціальності: 113 «Прикладна математика» 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		Семестри
Загальна кількість годин – 135		9-й
		Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 Самостійної роботи студента – 6	Рівень вищої освіти: магістр	26 год.
		Практичні, семінарські
		-
		Лабораторні
		28 год.
		Самостійна робота
		81 год.
		Індивідуальні завдання:
		—
		Вид контролю: іспит

### Примітка.

Співвідношення кількості аудиторних занять, самостійної та індивідуальної роботи студентів в процентах до загальної кількості годин складає відповідно:  
для денної форми навчання – 40% до 60%.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** засвоєння студентами основних тенденцій розробки та застосування інформаційних інтелектуальних та розпізнавальних систем, необхідних для роботи з технологіями інтелектуального аналізу даних.

**Завдання:** сформувати у студентів знання проектуванню систем штучного інтелекту та систем розпізнавання образів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

1. сучасні методи та підходи до розробки інтелектуальних та розпізнавальних систем.
2. алгоритми побудови систем штучного інтелекту та розпізнавання образів.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**вміти:**

1. проектувати системи штучного інтелекту для розв'язання актуальних інтелектуальних задач;
2. розробляти системи розпізнавання образів;
3. виконувати аналіз роботи інтелектуальних та розпізнавальних систем.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### МОДУЛЬ 1.

### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Штучний інтелект

#### *Тема 1. Штучний інтелект*

**Вступ.** Предмет „Основи проектування систем штучного інтелекту та розпізнавання образів”, його роль у формуванні світогляду студента, практичне значення та зв'язок з іншими дисциплінами. Що таке штучний інтелект. Сильний та слабкий штучний інтелект. Історія та напрямки розвитку. Основоположники. Філософські, моральні та соціальні аспекти.

#### *Тема 2. Експертні системи*

Архітектура систем базованих на правилах. Робоча пам'ять. База знань. Типи експертних систем. Алгоритм роботи. Фаза відповідності. Фаза вирішення конфлікту. Фаза дії. Приклад програми. Сфери застосування.

#### *Тема 3. Алгоритм симуляції відпаду*

Природня мотивація. Алгоритм роботи. Початкове рішення. Оцінка рішення. Випадковий пошук. Критерій допуску. Зниження температури. Приклад ітерації. Оцінка складності. Приклад програми. Сфери застосування.

#### *Тема 4. Теорія адаптивного резонансу*

Алгоритм ART1. Вектор ознак та вектор-прототип. Ініціалізація. Перевірка на схожість. Перевірка на уважність. Переміщення вектора ознак. Формування нового кластера. Приклад ітерації. Застосування алгоритму ART1 для персоналізації. Приклад програми.

### **Тема 5. Алгоритм мурахи**

Природня мотивація. Алгоритм роботи. Граф. Мураха. Початкова популяція. Рух мурахи. Випаровування ферменту. Приклад ітерації. Приклад програми. Зміна параметрів алгоритму. Модифікація та покращення алгоритму. Сфери застосування.

### **Тема 6. Генетичний алгоритм**

Біологічний принцип. Алгоритм роботи. Створення початкової популяції. Оцінка. Відбір. Рекомбінація. Генетичні оператори. Перехресне схрещування, мутація. Приклад виконання алгоритму. Оцінка складності. Приклад програми. Сфери застосування.

### **Тема 7. Нечітка логіка**

Приклад нечіткої логіки. Функція приналежності. Нечітке керування. Візуальний приклад. Аксиоми нечіткої логіки. Приклад програми. Механізм нечіткої логіки. Переваги використання. Сфери застосування.

### **Тема 8. Модель станів**

Ланцюги Маркова. Приховані моделі Маркова. Області застосування. Розпізнавання мови та тексту. Моделювання музики. Приклад програми. Питання авторства.

### **Тема 9. Архітектура нейронних мереж**

Нейронні мережі. Одношаровий перцептрон. Модель багатошарового перцептрона. Моделювання булівських виразів за допомогою SLP. Функція сигмоїда. Алгоритм зворотнього розповсюдження. Застосування нейронних мереж в комп'ютерних іграх.

### **Тема 10. Штучне життя**

Природня мотивація. Моделювання харчових ланцюжків. Навколишнє середовище. Анатомія агента. Сенсори. Активатори. Мозок агента. Енергія та метаболізм. Приклад ітерації. Приклад програми. Можливі стратегії. Висновки.

### **Тема 11. Програмне забезпечення з використанням агентів**

Агент. Властивості агента. Приклад застосування. Розробка Web-агента. Аналіз вихідного коду. Користувачський інтерфейс. Області застосування.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Розпізнавання образів**

### **Тема 12. Основні поняття теорії розпізнавання образів**

Історія розвитку теорії розпізнавання образів. Основні поняття теорії розпізнавання образів. Проблема навчання розпізнаванню образів. Класифікація систем розпізнавання. Режими розпізнавання. Надійність та якість розпізнавання.

### **Тема 13. Представлення образів та зображень**

Постановки задачі розпізнавання образів. Геометричний та структурний підхід до проблеми навчання розпізнаванню. Представлення зображення. Поняття піксельного перетворення. Простори кольорів. Гістограма зображення.

### **Тема 14. Бібліотеки для розпізнавання зображень**

OpenCV. Платформи. Середовища розробки. Характеристика задач. Встановлення та налаштування. Основні модулі. VisionLab. Платформи. Середовища розробки. Luxand FaceSDK Платформи. Середовища розробки.

### **Тема 15. Основні методи роботи з зображенням**

Клас Mat для збереження зображень. Конструктори різних типів зображення. Операції копіювання, вирізання, розбиття на канали. Керування пік селями зображення. Порогова обробка та побудова гістограми. Приклад коду програми.

### **Тема 16. Окіл пікселя**

Окіл пікселя. Морфологічні операції. Дилатація. Ерозія. Найпростіші фільтри. Фільтр усереднення. Медіанний фільтр. Заповнення областей. Пошук шарів на зображенні. Приклад коду програми.

### **Тема 17. Контур зображення**

Згладжування зображень. Гаусівський фільтр. Поняття контура зображення. Проблеми визначення контура. Фільтр Собела. Детектор Канні. Векторизація контура. Трасування. Аналіз контурів. Отримання кадрів з камери. Геометричне вирівнювання зображення. Приклад коду програми.

### **Тема 18. Аналіз фону**

Поняття фону та об'єкту зображення. Запам'ятовування фону. Адаптивне навчання. Отримання даних глибини зображення. Аналіз руху. Алгоритми детекту руху. Оптичний потік. Застосування оптичного потоку. Метод Лукас-Канада. Метод Фернебака. Аналіз текстур зображення. Приклад коду програми.

### **Тема 19. Розпізнавання символів**

Метод порівняння з еталоном. Метод k-найближчих сусідів. Кореляційний метод. Функції бібліотеки OpenCV. Алгоритм роботи. Блок-схема. Приклад коду програми.

### **Тема 20. Розпізнавання обличчя**

Основні факти розпізнавання обличчя людей. Нейрознi основи розпізнавання. Каскадна класифікація Хаара. Метод Віоли-Джонса. Інтегральне представлення зображення. Метод машинного навчання AdaBoost. Приклад коду програми.



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	денна форма				
		у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий модуль 1. Штучний інтелект</b>						
<i>Вступ</i>	1	1				
<i>Тема 1. Штучний інтелект</i>	4	1				3
<i>Тема 2. Експертні системи</i>	7	1		1		5
<i>Тема 3. Алгоритм симуляції відпалу</i>	5	1		1		3
<i>Тема 4. Теорія адаптивного резонансу</i>	7			1		6
<i>Тема 5. Алгоритм мурахи</i>	5	1		1		3
<i>Тема 6. Генетичний алгоритм</i>	7	1		2		4
<i>Тема 7. Нечітка логіка</i>	6	1		2		3
<i>Тема 8. Модель станів</i>	7	2		2		3
<i>Тема 9. Архітектура нейронних мереж</i>	8	2		2		4
<i>Тема 10. Штучне життя</i>	9	2		2		5
<i>Тема 11. Програмне забезпечення з використанням агентів</i>	7	2		2		3
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>73</b>	<b>15</b>		<b>16</b>		<b>42</b>
<b>Змістовий модуль 2. Розпізнавання образів</b>						
<i>Тема 12. Основні поняття теорії розпізнавання образів</i>	4	1				3
<i>Тема 13. Представлення образів та зображень</i>	6	1				5
<i>Тема 14. Бібліотеки для розпізнавання зображень</i>	5	1				4
<i>Тема 15. Основні методи роботи з зображенням</i>	8	1		2		5
<i>Тема 16. Окіл пікселя. Морфологічні операції над зображенням</i>	8	1		2		5
<i>Тема 17. Контур зображення</i>	6	1		1		4
<i>Тема 18. Аналіз фону</i>	7	1		1		5
<i>Тема 19. Розпізнавання символів</i>	9	2		2		5
<i>Тема 20. Розпізнавання обличчя</i>	9	2		4		3
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>62</b>	<b>11</b>		<b>12</b>		<b>39</b>
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>26</b>		<b>28</b>		<b>81</b>



## 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Експертні системи	2
2.	Алгоритм симуляції відпалу	2
3.	Алгоритм ART1	2
4.	Алгоритм мурахи	2
5.	Генетичний алгоритм	2
6.	Нечітка логіка	2
7.	Модель станів	2
8.	Штучне життя	2
9.	Програмне забезпечення з використанням агентів	2
10.	Ознайомлення з бібліотекою OpenCV	2
11.	Окіл пікселя. Зв'язність. Морфологічні операції над зображенням	1
12.	Фільтри згладжування	1
13.	Виділення контура на зображенні	1
14.	Геометричне вирівнювання зображення	1
15.	Розпізнавання символів	2
16.	Розпізнавання обличчя	2
Всього за курс		28

## 6. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи студентів включає наступні пункти (81 год.):

- 1) Опрацювання лекційного матеріалу (0,5 год. на 1 год. аудиторних занять) – 13 год.
- 2) Підготовка до лабораторних робіт (0,5 год. на 1 год. аудиторних занять) – 14 год.
- 3) Підготовка до контрольних заходів (6 год. на 1 кредит) – 27 год.

### Розподіл навчального часу на вивчення дисципліни

**„Основи проектування систем штучного інтелекту та розпізнавання образів”**

#### 6.1. Розподіл самостійної роботи студента

Число кредитів ЕСТС	Загальний обсяг дисципліни	Розподіл часу		Частка самостійної роботи, в %
		Аудиторні заняття	Самостійна робота	
4,5	135	54	81	60

Опрацювання лекційного матеріалу	0,5*26=	13 годин
Підготовка до лабораторних робіт	0,5*28=	14 годин
Всього		27 годин
Резерв		54 години

## 6.2. Завдання для самостійної роботи

№з/п	Назва теми	К-ть год. сам. роботи
1	Штучний інтелект. Історія та напрямки розвитку. Основоположники. Філософські, моральні та соціальні аспекти. Сфери застосування.	2
2	Алгоритми кластеризації: singl-link, complete-link, average group, Rock, CURE, MST, BIRCH, k-means, PAM, SOM, ART1, ART2 та ARTMAP.	6
3	Алгоритм ART1. Застосування алгоритму ART1 для персоналізації. Приклад програми.	2
4	Генетичний алгоритм. Оцінка складності. Модифікація та покращення алгоритму. Приклад програми. Сфери застосування.	2
5	Алгоритм симуляції відпау. Оцінка складності. Порівняння з генетичним алгоритмом. Сфери застосування.	2
6	Алгоритм мурахи. Модифікація та покращення алгоритму. Elitist Ant System, Ant-Q, Ant Colony System, Max-min Ant System, ASrank, Приклад програми.	5
7	Програмне забезпечення з використанням агентів. Агент. Властивості агента. Приклад застосування. Розробка Web-агента. Аналіз вихідного коду. Користувачський інтерфейс. Области застосування.	2
8	Штучне життя. Модифікації алгоритму. Порівняльний аналіз.	3
9	Основні поняття теорії розпізнавання образів. Історія розвитку теорії розпізнавання образів. Проблема навчання розпізнаванню образів. Надійність та якість розпізнавання.	2
10	Методи розв'язування задач розпізнавання образів.	6
11	Основи нейронних мереж.	8
12	Мережі зустрічного розповсюдження. Структура мережі зустрічного розповсюдження. Функціонування мережі. Застосування мереж зустрічного розповсюдження до проблеми стиснення даних.	5
13	Функції бібліотеки OpenCV.	4
14	Інтегральне представлення зображення. Метод машинного навчання AdaBoost.	5
<b>Загальна кількість годин</b>		<b>54</b>

### 6.3 Оформлення звіту про самостійну роботу

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни „Основи проектування систем штучного інтелекту та розпізнавання образів” є складання конспекту за темами, вказаними у п.6.2. Загальний обсяг конспекту визначається з умови повноти та якості викладеного матеріалу.

Конспект оформлюється на стандартному папері формату А4 або в зошиті. Конспект може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою.

Перевірка конспекту з самостійної роботи відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем.

## 7. Методи навчання

- 1) Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстраціями відеопрезентацій та прозорих плівок з основними теоретичними положеннями тем, алгоритмів, прикладами розв’язування задач.
- 2) Лабораторні заняття проводяться в комп’ютерному класі з використанням роздаткового матеріалу, методичних вказівок.
- 3) Модульні контрольні роботи проводяться в комп’ютерному класі з використанням інтерактивної тестуючої програми. Такий підхід забезпечує незалежність в оцінюванні рівня знань студента.

## 8. Методи контролю

Оцінювання навчальних досягнень студентів за усіма видами навчальних робіт проводиться за *поточним* та *підсумковим* контролюми. Поточний контроль знань студентів з навчальної дисципліни проводиться через усне опитування під час захисту лабораторних робіт. Контрольні завдання за змістовим модулем включають тестові питання.

Контроль самостійної роботи проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з лабораторних робіт – з допомогою перевірки виконаних завдань та шляхом проведення тестувань.

Усі контрольні заходи включено до 100-бальної шкали оцінювання.

Підсумковий семестровий контроль знань відбувається за допомогою інтерактивної тестуючої системи Moodle в Навчально-науковому центрі незалежного оцінювання знань НУВГП.

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів з навчальної дисципліни «Основи проектування систем штучного інтелекту та розпізнавання образів», є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни;

- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо).

Оцінювання результатів усіх форм контролю передбачено у 100-бальній шкалі.

Критерії оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на практичних заняттях, результати самостійної роботи студентів) проводиться у % від кількості балів, виділених на завдання, із заокругленням до цілого числа:

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

### 9.1. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота											
Змістовий модуль №1											
50											
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	Тестування
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10
T-0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Л-0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
С-1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	

Поточне тестування та самостійна робота										Іспит	Сума
Змістовий модуль №2											
50											
T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	Тестування		
2	3	2	2	2	2	2	2	2	10	40	100
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5			
1	2	1	1	1	1	1	1	1			
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5			

T1, T2...T20– теми змістових модулів, Т - теоретичні знання, Л - виконання завдань на лабораторних заняттях, С - самостійна робота.

### 9.2. Шкала оцінювання: національна та ECTS

У випадку підсумкового контролю у формі заліку сума набраних балів та оцінка за 4-бальною шкалою оприлюднюються до початку екзаменаційної сесії у електронному журналі академічної групи. У екзаменаційній відомості результати навчання проставляються за двома шкалами – 100-бальною та національною. Позитивні оцінки виставляються тільки тим студентам, які виконали всі види навчальної

роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни, і набрали за результатами поточного та підсумкового контролів не менше 60 балів.

Конвертація 100-бальної шкали у 4-бальну здійснюється за наступною таблицею:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	відмінно
82-89	добре
74-81	
64-73	
60-63	задовільно
35-59	
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## 10. Методичне забезпечення

1. Опорний конспект лекцій на паперовому та електронному носіях.
2. Методична складова дисципліни у Навчальній платформі НУВГП. URL: <http://exam.nuwm.edu.ua>.
3. Завдання та методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

04-01-23 Жуковський, В. В. (2016) Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи проектування систем штучного інтелекту та розпізнавання образів» Частина 1 для студентів спеціальностей 113 «Прикладна математика», 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/5255/1/04-01-23.pdf>

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Тим Джонс М. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. – Москва, 2004. – 311 с.
2. Суботтін С.О. Подання і обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень. – Запоріжжя, 2008. – 342 с
3. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. Курс лекций. – МГУ, 2004. – 85 с.

### Допоміжна

1. Глибовець М. М., Олецький О. В. Штучний інтелект. Київ, Видавничий дім „КМ Академія” 2002. – 367 с.

2. Хайкин С. Нейронные сети Полный курс. –М. : Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1104 с.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. - М.: Мир, 1992. - 184 с.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. - М. Финансы и статистика, 2002. - 344 с.

## 12. Інформаційні ресурси

1. <http://www.kmu.gov.ua/> – Кабінет Міністрів України.
2. <http://www.lib.rv.ua/> – Рівненська державна обласна бібліотека.
3. <http://www.library.snu.edu.ua/> – Наукова бібліотека.
4. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського
5. <http://www.rada.kiev.ua/> – Законодавство України.
6. <http://www.rstu.rv.ua/book.html/> – Бібліотека НУВГП.
7. <http://www.ukrstat.gov.ua/> – Державний комітет статистики України.
8. <http://www.ai-class.com> - Онлайн курс «Вступ до штучного інтелекту»
9. <http://www.coursera.org>, <http://www.udacity.com>, <https://www.edx.org/> - Системи онлайн-освіти.
10. <http://docs.opencv.org/> - бібліотека розпізнавання образів.
11. <http://www.habrahabr.ru>, [www.prog.org.ru](http://www.prog.org.ru) - Web-сайти періодичних видань.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування